

# GENETIKUS ALGORITMUS ALKALMAZÁSA A MEZŐGAZDASÁGI TERMELÉS OPTIMALIZÁLÁSÁBAN

*Salga Péter, [salga@agr.unideb.hu](mailto:salga@agr.unideb.hu)  
Szilágyi Róbert, [szilagyi@agr.unideb.hu](mailto:szilagyi@agr.unideb.hu)  
Herdon Miklós, [herdon@agr.unideb.hu](mailto:herdon@agr.unideb.hu)*

*Debreceni Egyetem Agrártudományi Centrum Agrárgazdasági és Vidékfejlesztési Kar  
Gazdasági és Agrárinformatikai Tanszék*

## Abstract

In our paper we try to make a short description about optimization techniques in agricultural production processes. We introduce a new solution in this area, the genetic algorithm (GA), which can solve the optimization problems and can find not only the local but the global solution. There are advantages and disadvantages of GA against traditional algorithms and the conditions and constraints determine which methods are in the best optimization package.

## 1. Bevezetés

A vezetői munkában létfontosságú az optimalizációs feladatok megoldása. Egy probléma megoldásában a döntéshozatal legtöbbször intuitív módon történik, ugyanis ezek a problémák bonyolultabbak, minthogy az egyes feltételeket táblázatszerűen értékelni lehessen.

A nagy horderejű vagy periódikusan ismétlődő optimalizációs feladatok esetén érdemes matematikai algoritmusokat használni, melyek segítségével jobb megoldásokat tudunk találni rövidebb idő alatt.

A mezőgazdaságban a következő területek jelentenek tipikus optimalizációs kihívásokat:

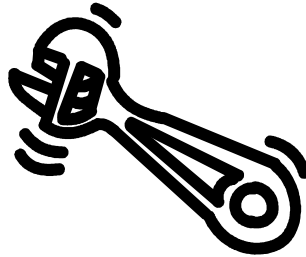
- termeléstervezés, ütemezés,
- takarmánykeverék beltartalom optimalizálás,
- vetésszerkezet tervezés,
- növényvédőszer keverékek összeállítása.

A felsoroltakon kívül természetesen számos más területen is alkalmazhatóak az optimalizációs eljárások.

A termelés tervezése több együttes tényező vizsgálatát igényli, mint pl. erőforrások, logisztika, műveletek, marketing, értékesítés és e tényezők összefüggései folyamatosan változhatnak a termelő vállalkozás profiljának, méretének, erőforrás-lehetőségeinek változásával. A lineáris programozási módszerek hatékony megoldást nyújtanak az ilyen termelési problémákra, de a feltételek komolyabb megváltozásakor a szoftverfejlesztés tervezői szintjén kell a modellt megváltoztatni, valamint a néha túl bonyolult feltételrendszer és a nemlineáris paraméterek nagyon megnehezíthetik az implementációt. A manapság divatos multi-ágens tervezőrendszerek ezekre a problémákra jó megoldást adnak, de sokszor lassúak és nem mindig szolgáltatnak az optimumhoz közeli megoldást.

A következőekben néhány gyakran alkalmazott módszert szeretnénk megmutatni, és ezek áttekintése után a genetikus algoritmus hatékonyságát hasonlítjuk össze más optimalizációs eljárásokkal.

## 2. Strukturális algoritmusok

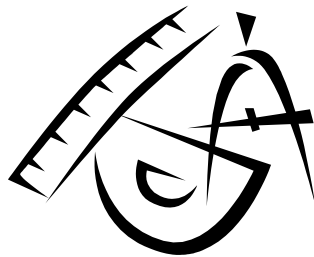


1. ábra

A strukturális algoritmus egy csavarkulccsal szimbolizálható

A strukturális algoritmusok egy speciális probléma megoldására készülnek és az algoritmizált lépéseket egy választott programnyelvben implementálják. A módszer nagy előnye, hogy igen gyors, viszont nagyon nehezen alkalmazható más feladatokra, valamint a feltételek megváltozása esetén újra kell programozni a feladatot.

## 3. Lineáris programozási eszközök



2. ábra

A lineáris programozási eszközök szimbólumai

A lineáris programozással történő feladatmegoldásnál az alábbi egyenlőtlenségrendszer megoldásai adják a probléma egy lehetséges optimumát:

- $x \geq 0$
- $Ax \leq b \ (b \geq 0)$
- $c * x \rightarrow \max$

Ahol **A** mátrix a fajlagos ráfordítási együtthatókat foglalja magába, **b** vektor tartalmazza a kapacitásokat, **c** vektor pedig a fajlagos hozamokat. A keresett programvektor az **x**. A feladat megoldása általában szimplex módszerrel történik.

Előnyei:

- Matematikai precizitás
- A szabályok működésének visszakövethetősége

- Táblázatkezelő programmal is végrehajtható

#### Hátrányai:

- Csak lineáris feladatokra működik
- Minél bonyolultabb a feladat, annál áttekinthetlenebb a feltételrendszer

## 4. Multi-ágens rendszerek



3. ábra

A multi-ágens rendszereket egy svájci bicska szimbolizálja

Az ágens érzékeli a környezetét *szenzorain* keresztül és hatással van környezetére *effektoraival*. Ha az embert szemléljük, mint intelligens ágenst, akkor a szenzorai többek között a szem, fül, orr; míg effektorai a kéz, láb, száj. A szoftverágensek ugyanezen az elven bit-sztringek kódolásával és dekódolásával érzékelnek és hatnak a környezetükre. Egy multi-ágens rendszerben az egyes ágensek egy-egy jól definiálható elemi problémát kapnak feladatul, amelyet úgy kell megoldaniuk, hogy közben a többi ágens is hatással van rájuk. Egy termelésütemezési feladatban például, ahol a termelést dolgozók adott gépeken, szerszámok segítségével végzik, a multi-ágens rendszer ágensei az erőforrásokat felügyelik. Így például vannak szerszám-ágensek, dolgozó-ágensek, gép-ágensek. Minden egyes ágens azért felelős, hogy az általa felügyelt erőforrást minél jobban kihasználják a fizikai korlátok betartása mellett (pl. egy géppel egyszerre csak egy munka folyhat).

A feladat megoldása közben az ágensek szövetkeznek egymással és megpróbálják elnyomni egymás érdekeit. A módszer legnagyobb hátránya is ez, ugyanis gyakran előfordulnak feloldhatatlan konfliktusok az ágensek között, amit további technikák alkalmazásával lehet csak feldolgozhatóvá tenni, ezen kívül a multi-ágens környezetek fejlesztése igen munkaigényes feladat.

Nagy előnye viszont, hogy reprezentálja a modellezett rendszer belső struktúráját, bonyolult feladatoknál is áttekinthető, valamint nagyon egyszerű új ágensek hozzáadása a rendszerhez, amelyek új szempontokat, kényszerfeltételeket reprezentálhatnak.

## 5. Tipikus optimalizálási feladatok az agrárgazdaságban

### 5.1. Takarmánykeverék optimalizálás

Adott állatfaj, hasznosítási irány takarmánykeverékének táplálóanyag, ásványianyag- és mikroelemtartalmát kell optimalizálni a következő szempontok alapján:

Az állatok tápanyagszükséglete függ a

- Tartási körülményektől
- Mikroklímától
- Alkalmazott technológiától

A keverék táplálóanyag, ásványianyag- és mikroelemtartalma függ a

- pH
- Hőmérséklet
- Alkotórészek minősége

A feladat, hogy az egyes alkotórészek mért paramétereinek alapján az állatok igényeinek megfelelően az optimális táplálóanyag, mikroelem- és ásványianyag tartalommal készüljön el a keverék.

### 5.2. Optimális vetésszerkezet kialakítása

Az optimális vetésszerkezet tervezésénél a fő kérdés, hogy a vállalkozás az adott növényeket milyen arányban vegye a vetésszerkezetébe, hogy az árbevételük, illetve a nyereségük maximális legyen?

Mindeközben a következő paramétereket kell vizsgálni:

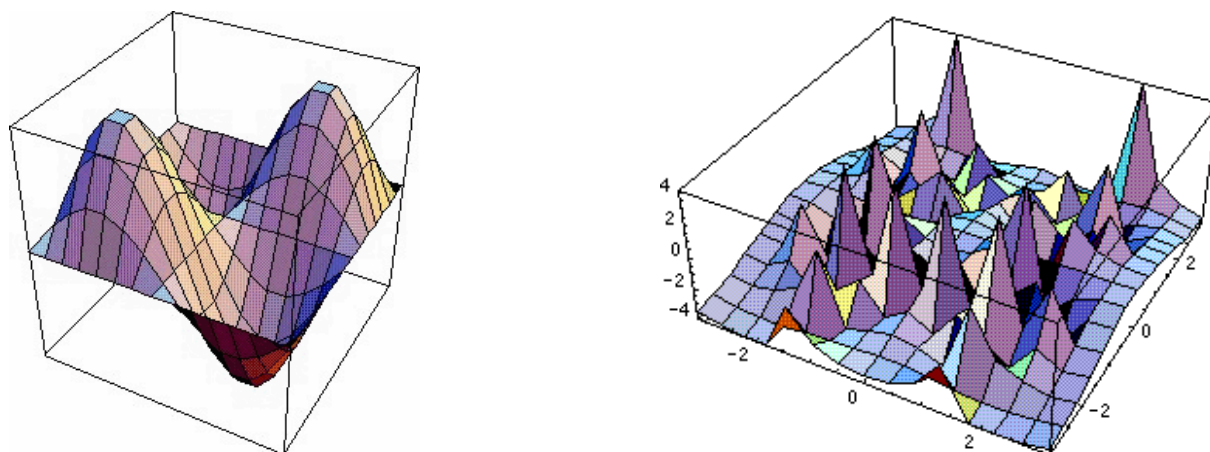
- Növények hozama, eladási ára
- Csapadék és fényigénye
- Területi korlátok és szabályok
- Termesztéshez, betakarításhoz szükséges erőforrások

A nagyobb rendszerek a „mi lenne, ha” típusú kérdések vizsgálatát is támogatják, így scenáriók hozhatóak létre az időjárás alakulása, piaci árváltozások függvényében.

## 6. Genetikus algoritmus (GA) – evolúciós számítások

Szélsőérték-keresési (optimalizáló) eljárás, mely viselkedésében a természetes evolúció folyamatát utánozza. A megoldások egy adott lépésben érvényes halmazát populációnak nevezik, és ezen az evolúciós módszertanból vett operátorokat használ a populáció egy lépésben való megváltoztatására, amely változás visszavonhatatlan.

A kritériumfüggvény felületét több ponton vizsgálja, míg a többi eljárás a felületen csak egy pontot mozgat, minek következtében - a többi eljárástól különbözően - nem csak a lokális szélsőérték helyeket találja meg, hanem globális optimummal szolgál (lásd. 4. ábra).

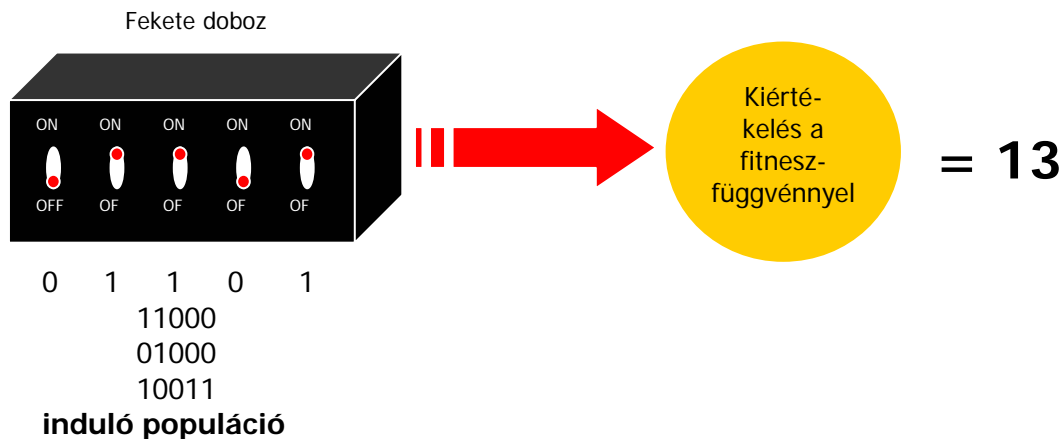


4. ábra

A bal oldali ábra egy egyszerű feltételrendszer két szélsőérték-hellyel rendelkező megoldásterét mutatja. A jobb oldali ábrán egy bonyolult feltételrendszerű optimalizáció lokális maximumai láthatóak.

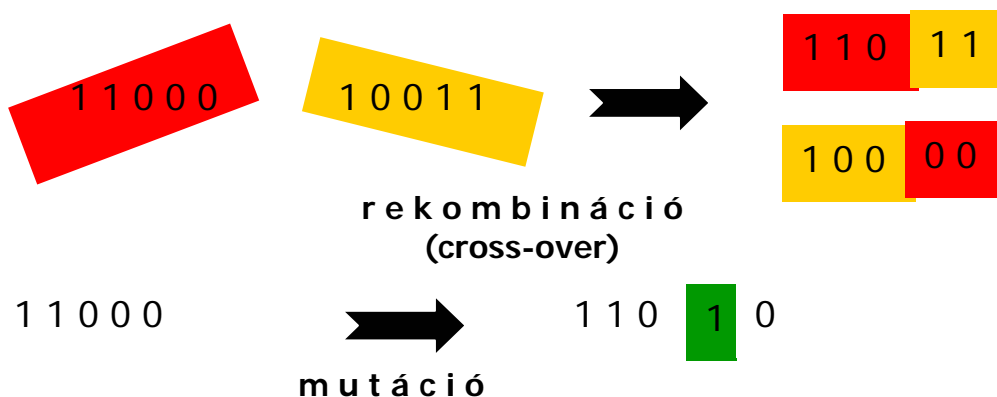
## 7. Egy egyszerű genetikus algoritmus példa

Az 5. ábrán látható fekete doboz kapcsolóinak állása meghatározza azt a decimális számértéket, amit a doboz digitális kijelzőjén látunk. Tegyük fel, hogy nem tudjuk, hogy a kapcsoló állapotainak megfelelően bináris számot számolja át tízes számrendszerbe a fekete doboz. A feladatunk ekkor az, hogy úgy állítsuk be a kapcsolókat, hogy a lehető legnagyobb értéket lássuk a doboz kijelzőjén.



5. ábra  
A fekete doboz feladat

A megoldás első lépéseként a kapcsolók lehetséges állapotát reprezentáló tetszőleges 5-jegyű bináris számokat adunk meg; ez lesz az induló populációnk. A populáció egyes egyedei kisselektálódnak minden szaporodási ciklus végén, úgy hogy csak a legrátermettebbek maradhatnak a populációban. A legrátermettebbek meghatározása a fitness-függvény segítségével történik, ami minden problémánál speciálisan kerül meghatározásra. A fekete doboznál a bináris számot decimálissá átalakító függvény a fitness-függvény, és a szaporodási ciklusok után csak a legnagyobb függvényértékű (legnagyobb fitnessű, legrátermettebb) egyedeket hagyjuk benn a populációban.



6. ábra  
A rekombinációs és mutációs operátorok működése a fekete doboz feladatban

A szaporodási ciklusokban evolúciós operátorok segítségével változik meg a populáció. Az egyes egyedeken előre beállított valószínűséggel a 6. ábrán látható módon rekombináció vagy mutáció végezhető. A genetikus algoritmus eredménye igen nagy mértékben függ az evolúciós operátorok beállított rátájától.

## 8. GA alkalmazása

A genetikus algoritmussal történő optimalizáció alkalmazása a következő lépéseket foglalja magába:

- *Kvantumok kijelölése*  
Meg kell határoznunk azt a legkisebb egységet, amit már nem kívánunk tovább osztani. Az előző példában ez egy kapcsoló állapota volt, a vetésszerkezet optimalizálásánál ez egy egységnyi földterület, amit nem kívánunk tovább osztani (pl. 1 négyzetméter), míg a keverékek optimalizálásánál lehet az a mennyiség, amit még kényelmesen meg tudunk mérni.
- *Kezdő populáció meghatározása*  
Meghatározzuk, hogy hány egyedből álljon az induló populációnk. Minél bonyolultabb feltételrendszerrel van dolgunk, annál nagyobb populáció választása célszerű.
- *A fitness-függvény megalkotása*  
Mérlegelve a optimalizációs célt meghatározzuk a fitness-függvényt.
- *Kényszerfeltételek adatbázisa*  
Számos olyan feltétel lehetséges, ami korlátozza a populáció egyedeinek sorrendjét vagy állapotát. A vetésszerkezet kialakításánál például figyelembe kell venni, hogy előzőleg milyen növényt termesztettek az adott földterületen és a következő évben ezek alapján milyen növény vethető.
- *Evolúciós operátorok beállítása, tesztelés*  
Egy ciklikus folyamat, amely mindaddig zajlik, amíg a megfelelő eredményt nem kapjuk. Az evolúciós operátorok valószínűségi rátája nagyban befolyásolja a végeredményt.

## 9. A GA hátrányai

Több mint 30 év telt el, amióta John Holland cikkében [1] bevezette a „genetikus algoritmusok” terminust, de úgy érezzük azóta sem sikerült kiforrott tudományággá válnia az evolúciós számítások kutatásának. Matematikailag még mindig megfoghatatlan miért működik az egyik fitnessfüggvény jól egy adott problémára, míg egy másik ésszerű teljesen rossz eredményt ad. Ezért modellünkben a GA alkalmazásokat a hagyományos algoritmusokkal együtt alkalmazzuk. Egyrészt még az eljárás futása előtt eldöntjük, hogy a probléma bonyolultsága igényli-e a GA optimalizálást, amennyiben nem a hagyományos simplex módszerrel történik az optimum meghatározása. Ilyenkor a futási idő hosszabb is lehet, mint a GA esetén, viszont teljes bizonyossággal megkapjuk az optimumot.

A kiindulási paraméterek megváltozásakor is fontos szerepet kap a simplex módszer, aminek segítségével meghatározzuk, hogy mennyire valós értékeket ad vissza a választott fitnessfüggvény. Ebben az esetben többnyire szükséges az emberi beavatkozás is.

## **10. A GA előnyei**

- Globális optimumot talál
- Gyorsaság
- Kis erőforrásigény
- Egyszerűbb paraméterezhetőség
- Nem-moduláris (emergens) rendszer
- Egyszerű és olcsó implementáció

## **11. Diszkusszió**

Tapasztalataink szerint a genetikus algoritmus egy nagyon hatékony kiegészítő eljárás lehet az optimalizációs feladatok megoldásában. Gyors futása és kis erőforrásigénye lehetővé teszi, hogy akár mobil eszközökön is alkalmazható legyen. Egyszerű használatával komoly segítséget jelenthet a vezetői munka döntései előtt és egyszerűsége révén akár a kis- és közepes vállalkozások is használhatják munkájuk során.

A módszer azonban nagyon érzékeny a kezdeti paraméterek értékeinek beállítására, viszont ezek meghatározása után az adott típusú problémák megoldására korlátozás nélkül alkalmazható. A modell egyszerűsége miatt jól kapcsolható szakértői vagy információs rendszerekhez.

## **Irodalomjegyzék**

- [1] Holland, J. H. (1973) Genetic algorithms and the optimal allocation of trials. SIAM Journal of Computing. 2(2), 88-105.